

# 국내 토목분야 BIM 적용 사례 및 기술 동향

## BIM Applications and Technology Trends for Civil Engineering in Korea



이상호\*



김봉근\*\*

\*연세대학교 토목환경공학과 교수  
\*\*(주)태성에스엔아이 이사

### 1. 서론

BIM은 3차원 모델을 기반으로 엔지니어링 정보를 다루는 하나의 기술로서 그리고 건설사업 프로세스를 혁신하기 위한 도구로서 건설산업 전반에 걸쳐 근래에 이슈화되었고, 최근에는 토목시설 사업 분야에서도 그 도입이 활성화되고 있다. 본 기사에서는 토목사업관련 주요 공공기관의 BIM 추진 동향을 소개하며, 국내에서 수행되고 있는 최근의 BIM 응용기술 개발 사례와 최근 BIM 발주를 시작한 해외의 동향에 대하여 기술한다.

### 2. 국내 주요 공공기관 BIM 추진 동향

#### 2.1 국토교통부

2012년 기획된 제5차 건설기술진흥기본계획(2013-2017) (국토교통부, 2012)에서 살펴볼 수 있듯이 국토교통부는 차기 핵심 건설분야 ICT 융복합 기술서로 BIM 도입기반 마련에 주목하였다. 이러한 계획의 일환으로 국토교통부는 토목분야의 BIM 활성화를 위해 2013년부터 Infra BIM 협의회를 구성하여 운영하고 있다(원지선, 2013). Infra BIM 협의회는 국토교통부 기술정책과가 중심으로 한국건설기

술연구원의 ICT 융합연구실장이 간사로 활동하며, 20여명의 관, 산, 학, 연의 관련 전문가로 구성되어 있다.

이후 국토교통부 간선도로과에서는 2014년 5월 도로분야 BIM 도입을 위한 기획연구를 발주하였으며(국토교통부, 2014), 이와 동시에 국토교통과학기술진흥원(2014)에서도 ‘플랫폼·인프라 시설물 설계정보체계 및 건설시뮬레이터 개발 기획연구’가 발주되어 현재 수행되고 있다.

#### 2.2 한국도로공사

한국도로공사는 2011년 도로설계 BIM 도입방침 수립의 일환으로 함양~울산 1개 공구에 대해 BIM 시범설계를 시작하였으며, 2013년에는 대구순환 5공구에 대하여 Ex-BIM 시범설계를 완료하였다. 이후 한국도로공사(2014)는 선행 시범 설계내용의 분석을 토대로 2014년에 ‘Ex-BIM 설계 표준모델 구축 연구 용역’을 입찰 공고하였다. 공고된 과업지시서 상의 과업범위는 다음과 같이 6개의 항목으로 구성되어 있다.

- 1) 설계-시공-유지관리 단계별 Ex-BIM 도입 로드맵 구축
- 2) 3D 모델링 적용공종 연구
- 3) 설계-시공-유지관리 단계별 정보수준(LOD) 연구
- 4) 시공단계 공정관리를 위한 객체분할 기준 연구

- 5) Ex-BIM 설계-시공-유지관리 단계 표준 가이드라인 작성
- 6) 교량 Ex-BIM 시범 설계

상기의 과업범위를 살펴볼 때에 한국도로공사는 2015년 하반기부터 설계-시공-유지관리 단계 전반에 걸쳐 BIM의 적용범위가 단계적으로 확대될 것임을 예측할 수 있다.

### 2.3 한국수자원공사

한국수자원공사는 건설사업의 공정관리를 위해 2010년부터 시행된 일괄입찰공사 입찰안내서 표준안 3차 개정 내용에 3D 시공계획 및 3D 시뮬레이션에 관한 항목을 명시하였다. 이는 영주다목적 댐 건설사업을 시작으로 경인아라뱃길, 낙동강살리기 사업, 보현산 다목적댐, 대산임해산업지역 수도건설사업의 입찰안내서 상에 적용되어 왔다. 이후 2012년 말 BIM 도입 마스터플랜을 수립하였으며, 그 첫 단계 사업의 일환으로 3차원 댐 설계·시공 지원 시스템 개발사업을 착수하였다. 현재 추진되고 있는 3차원 댐 설계·시공 지원 시스템 개발의 과업범위는 다음과 같다(조진중 등, 2014).

- 1) 댐 건설사업 성과자료 DB 구축 및 환류 시스템 제공
- 2) 3차원 설계정보화 (대상: 24개소 다목적 댐 및 홍수조절지)
- 3) 3차원 표준 객체모델 생성 및 라이브러리화
- 4) 객체 속성정보와 연계된 수량/비용 산출 자동화 시스템 구축
- 5) BIM+프로젝트 생산관리 기법 체계 구축
- 6) BIM 발주가이드라인, 설계·시공 지침서 발간

한국수자원공사의 BIM 도입 마스터플랜에 따르면 2015년까지 댐 사업분야에 대한 기본 틀 마련 이후 2015년부터는 수도·녹색사업으로 확장 적용사업이 수행되며, 2017년 이후부터는 BIM 기반의 전사적 건설기술 지원 체계 통합 및 정착이 이루어질 예정이다.

### 2.4 한국철도시설공단

한국철도시설공단의 경우 앞서 소개한 한국도로공사나 한국수자원공사와 같이 전사적으로 BIM을 도입하기 위해 추진된 사례는 없다. 최근 수행된 고속철도 건설사업 중 호남고속철도와 수서-평택 고속철도 건설사업에서 시공사의 필요에 의해 수행된 사례들이 주를 이루고 있는데, 사례의 대부분은 현장의 장비운영에 관한 가상건설 시뮬레이션 기법에 국한되

어 있다. 다만, 현재 해외사업 참여를 계기로 선진화된 BIM 체계를 도입하기 위한 준비를 시작하고 있는 단계이다.

### 2.5 소결

현재까지 국내 토목현장에서 적용된 BIM은 주로 시공사의 필요에 의해 선택적으로 적용되어 왔다. 제약된 예산에서 선택적 항목만 수행되다 보니 너무 시각적인 측면에서만 강조되어 비관적인 측면이 강했던 것이 사실이다. 그러나 앞서 살펴본 바와 같이 국내 주요 발주처 또한 BIM 도입을 위한 노력을 수행해 왔고 2015년 이후부터는 발주처의 입장에서 필요한 BIM 수행이 국내 토목시설 사업 전반에 걸쳐 확산될 것으로 예상된다. 따라서 국내 발주처가 바라보는 BIM은 기술의 성장주기를 나타내는 하이프 사이클(Hype Cycle)에 대입해 볼 때에 현재 4단계인 계몽 단계(Slope of Enlightenment)와 있는 것으로 판단된다.

## 3. 국내 토목분야 BIM 응용 동향

### 3.1 3차원 모델기반 설계의 시작

국내 P 건설사는 케이블 장대교량에 대하여 기존의 사례 DB를 기반으로 BIM 데이터를 자동으로 생성하고, 생성된 모델기반 데이터로부터 구조해석 모델 생성, 도면 생성, 수량 및 비용 산출, 경관분석을 지원하는 일괄 시스템을 개발 중에 있다(그림 1 참조).

P 사의 시스템은 타당성 분석 설계 이전에 활용되는 것을 목적으로 하고, 2 주탑 3 경간으로 구성된 현수교와 사장교의 대표 공종에 대한 비용 산출에 초점이 맞추어져 있으나 이는 사업기획 초기의 단위 m 혹은 m<sup>2</sup>를 기준으로 한 개략공사비 산정방식을 충분히 보완하고 있다.

특히, P 사의 사례는 부재의 형상 라이브러리를 구축하는 경우 부재의 대표 단면의 초기치를 기존의 사례 DB를 기반으로 결정하는 파라메트릭 모델링이 가능함을 보인 것이다. 이는 2D 도면 작성과정 없이 설계가 진행되는 첫 사례로서 기존 BIM 데이터가 2D 도면이 존재하여야 구축이 가능했던 한계를 한 단계 벗어나는 진일보된 형태의 BIM 응용기술로 평가할 수 있다.

### 3.2 레이저 스캔을 이용한 정밀 시공계획 수립

해외의 경우 건축분야나 토목분야에서 레이저 스캔을 이용하는 사례가 점차 증가되는 추세이다. 미국 McGraw-Hill Construction (2012)이 소개한 토론토 지역의 VivaNext Bus

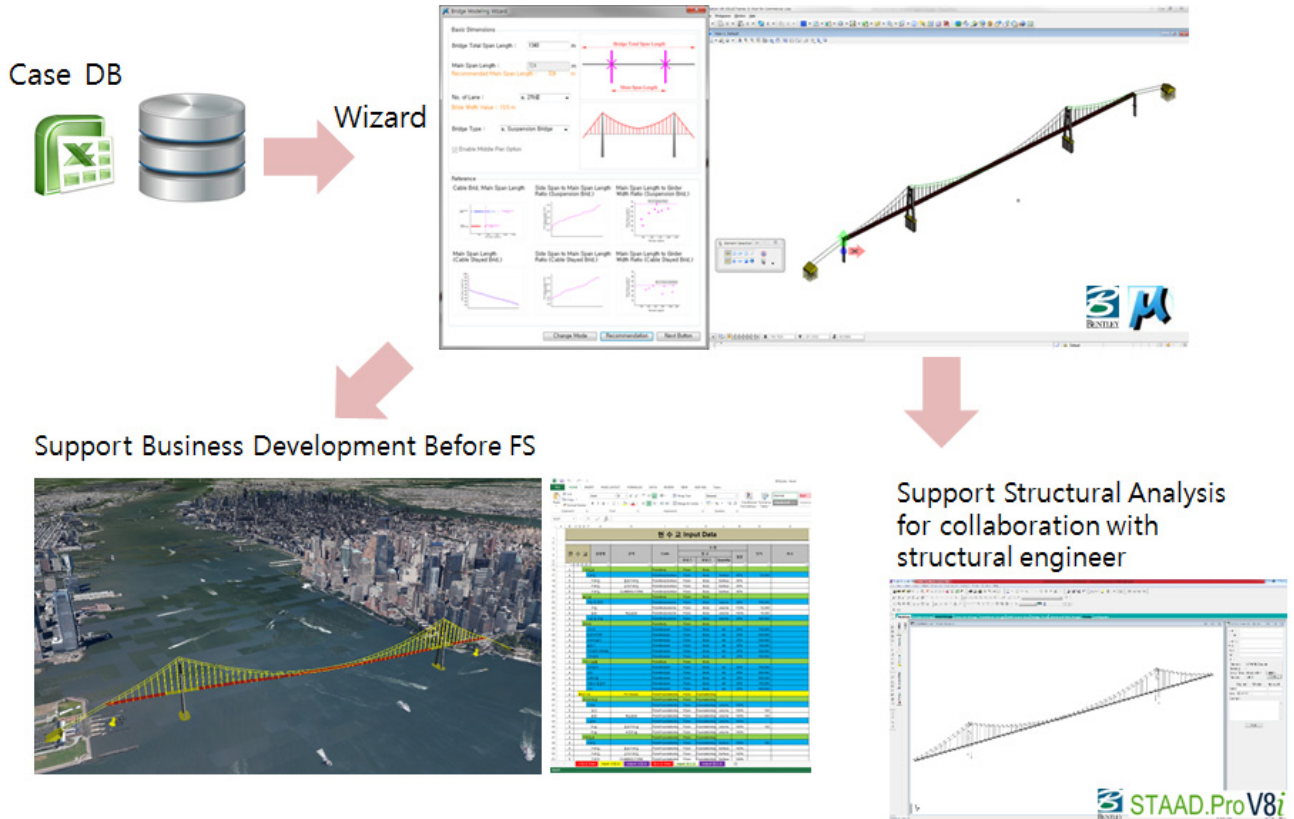


그림 1 P 건설사의 BIM 기반 케이블 교량 사업기획 지원 시스템 사례

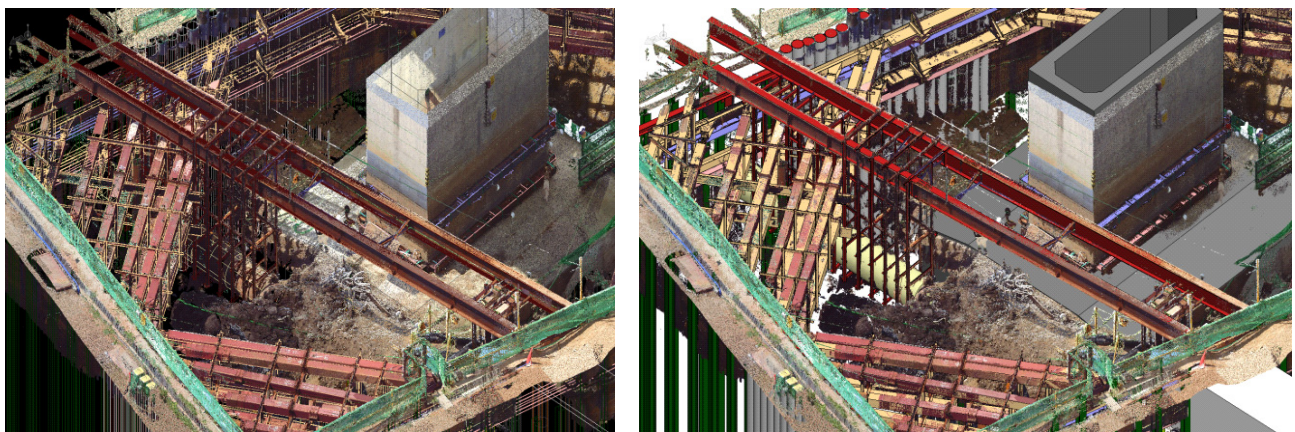


그림 2 레이저 스캔 데이터(좌)와 그에 따른 BIM 모델 수정 사례(우)

Rapid Transit System 프로젝트가 있다. 이 프로젝트는 기존 도로를 확장하는 프로젝트로서 초기 레이저 스캔 데이터는 실제의 현장 현황과 설계 데이터 간의 불일치성을 해결하는데 이용되었다. 이후 시공 중에도 지속적으로 활용하여 시설물 간의 인터페이스를 조절하고, 마지막에는 시공단계에서 정기적으로 취득한 레이저 스캔 데이터를 이용하여 매우 정밀한 As-built 모델을 생성할 수 있었다.

한편, 국내의 경우 최근 G사가 고속철도 건설현장에 레

이저 스캔을 시공 전 가상 시뮬레이션에 적용하였다. 기존 국내에서 이루어진 가상건설 시뮬레이션의 대부분 사례는 현장에서 넘겨받은 2D 도면을 기준으로 상세 모델을 제작하였으나 해당 현장의 경우 레이저 스캔을 통해 2D 도면상에 반영되지 못한 실제 현장의 상세 가시설들의 배치를 조정하고(그림 2 참조), 이를 기반으로 가상건설 시뮬레이션을 수행하여 위험 공종에 대한 안전성 확보 가능성 여부를 사전에 검토하였다(그림 3 참조).



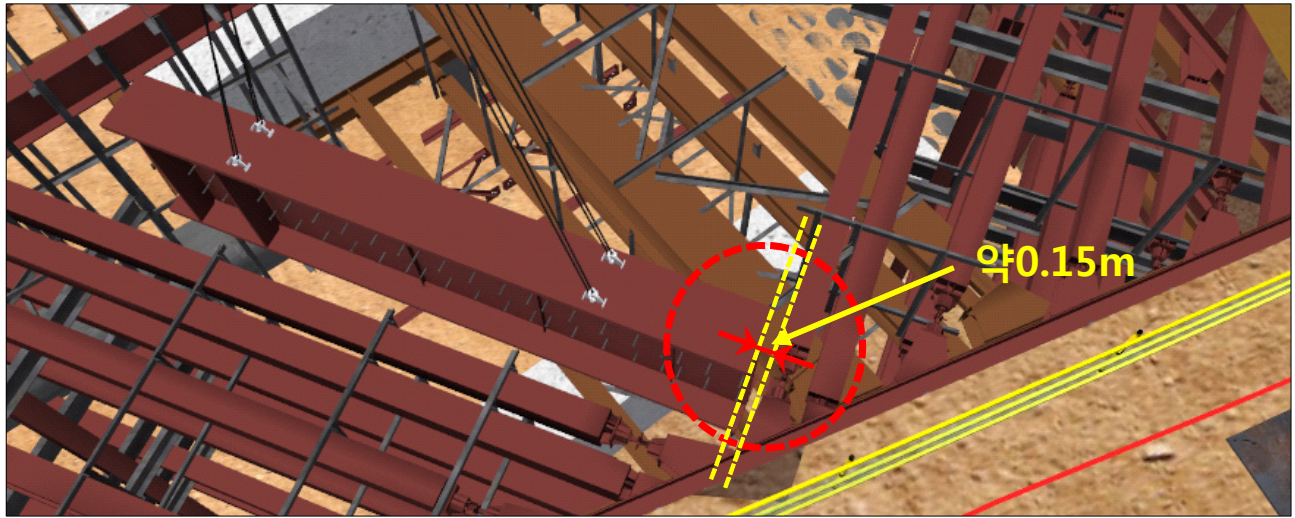


그림 3 레이저 스캔 결과에 따라 보정된 모델을 이용한 가상 시공 시뮬레이션 사례

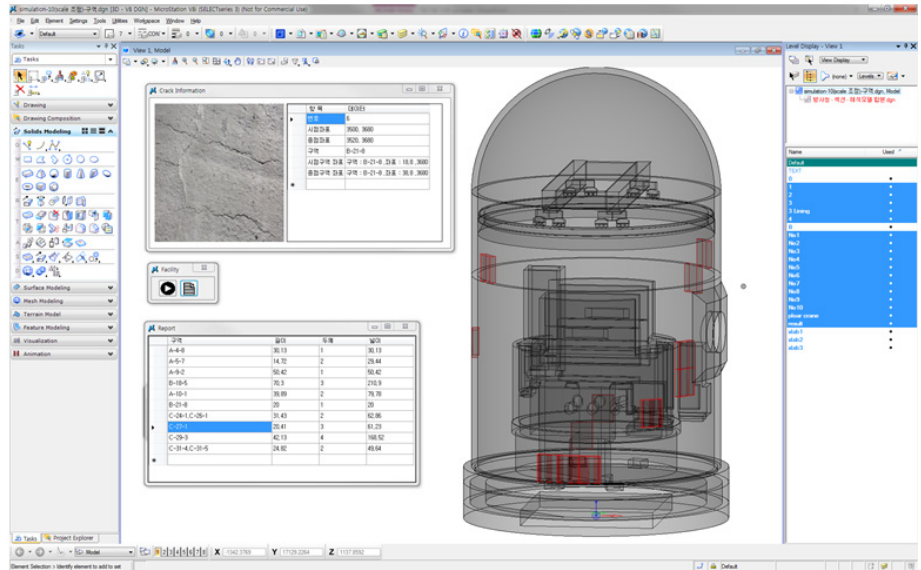
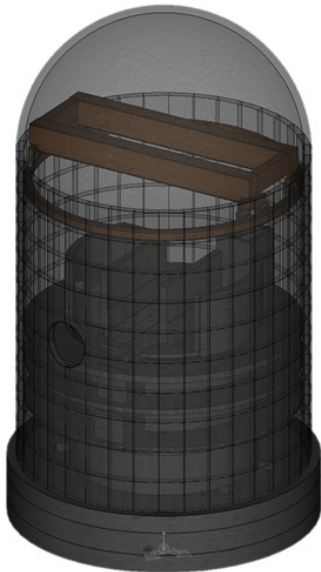


그림 4 3D 모델과 원격 DB의 손상정보 매핑 및 조회 사례

### 3.3 원자력 발전소 콘크리트 격납 구조물의 안전점검 및 관리

토목시설물은 대부분 거대 구조물로서 시설물의 안전관리에 관한 특별법에 따라 주기적인 안전점검의 대상이 된다. 다만, 이러한 안전점검을 수행하는데 있어서 협곡 또는 해상에 위치한 교량이나 원자력 발전소 콘크리트 격납 구조물의 경우 가시설 만으로는 접근이 불가능한 점검의 사각지대가 존재하기 마련이다. 이러한 한계를 극복하는 기술 중의 하나로, 중견기업인 B사는 헬리캠, 이미지처리 기술과 BIM을 이용하여 원자력 발전소 콘크리트 격납구조물의 외관조사 지원 체계구축 기술을 개발 중에 있다. 현재

헬리캠을 이용하여 취득된 고화질의 이미지 정보로부터 균열 등의 손상정보를 추출하여 DB에 구축하면, 원격 DB에 저장된 각각의 손상정보를 3차원 모델에 매핑하여 가시화하고 각각의 손상에 대한 이미지, 손상 규모 등에 대한 정보를 조회할 수 있는 체계까지 구축되어 있다(그림 4 참조).

### 3.4 방사화된 콘크리트 구조물의 해체 계획

토목시설의 폐기에는 매우 다양한 사회적 영향들이 고려되어야 하는데 원자력 발전소는 방사능 폐기물의 처리가 매우 중요한 고려사항이 된다. 국내 G 건설사는 원자력 발전소 해체 계획 시 차폐 콘크리트 구조물의 방사능 폐기물

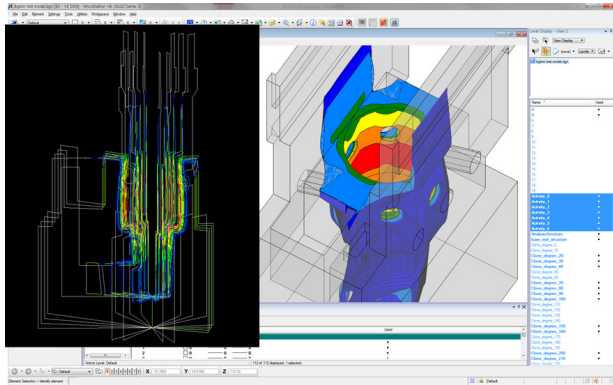


그림 5 코어 구조물에 대한 방사화 농도별 3D 가시화 사례

량을 산정하고, 궁극적으로는 해체 비용을 분석하여 합리적인 해체계획을 수립하는데 필요한 기술을 BIM을 기반으로 개발 중에 있다.

그림 5는 2D로 해석된 방사화 결과를 3차원 모델 상에서 각 단면에 맞추어 컨투어를 작성하고 이를 다시 3차원 솔리드로 가시화하여 방사능 폐기물로 처리되어야 하는 영역에 대한 모델을 작성한 사례를 나타낸다. 그러나 실제 현장에서 그림 5에 나타난 영역에 맞추어 해체작업이 이루어지기는 어려우므로 콘크리트 격납 구조물 내의 폴라 크레인의 인양 중량에 맞추어 최적화된 블록을 자동으로 생성하고(그림 6 참조), 이를 다시 해석결과와 비교하여 해체물량과 해체 소요시간 그리고 해체 비용을 산정하기 위한 기본 시스템을 개발하였다.

### 3.5 소결

이상과 같이 국내 토목분야에서 기획 및 설계, 시공, 유지관리, 그리고 폐기의 각 단계별로 수행되고 있는 대표적인 BIM 응용 사례들을 소개하였다. 근래까지 토목분야에서 수행된 BIM의 응용은 대부분 3D 모델 구축을 통한 수량 추출, 4D 시공관리, 그리고 가상 건설 시뮬레이션처럼 3D 형상 자체의 활용성에 국한되어 왔다. 그러나 최근의 동향에서 살펴본 바와 같이 점차 엔지니어링 정보와 연계성을 높이면서 3D 정보의 활용성을 극대화하는 응용기술 개발이 활발히 진행되고 있다. 따라서 국내 발주처가 BIM에 대한 인식이 전환된 것과 같이 국내 토목분야 엔지니어들 또한 BIM 활용에 대한 인식이 점차 긍정적으로 전환되고 있는 것으로 생각할 수 있다.

## 4. 맺음말

건축분야와 같이 토목시설 사업 분야에서도 BIM은 비전

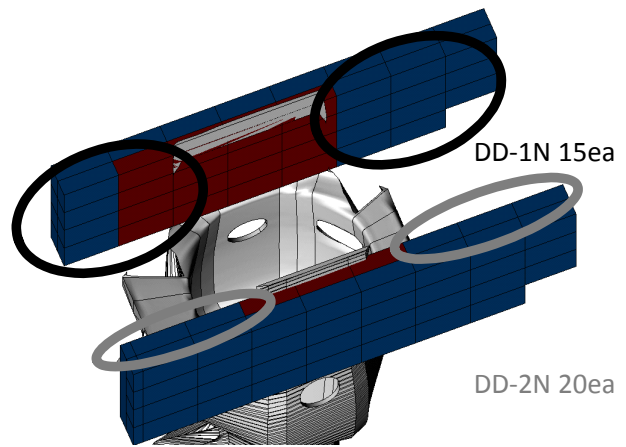


그림 6 코어 구조물 해체 시뮬레이션 블록에 대한 방사능 오염부위와 비 오염부위 구분 사례

문가와 전문가 사이의 원활한 의사소통의 도구로서, 공중별 협업과 Coordination을 위한 도구로서, 더 나아가서는 사업의 리스크를 줄이기 위한 사업 관리도구로서 다양하게 적용되고 있다. 해외 발주처의 경우 BIM manager를 프로젝트의 중요 관리자 중 하나로 참여시킬 것을 요구하고 있는 반면, 현재까지는 국내 토목시설 사업에서는 발주자가 BIM을 주도하기보다 사업에 참여하는 건설사의 주도로 적용되어 왔었다. 따라서 기존의 사례들이 건설사의 필요에 의해 제약된 예산으로 전문 업체에 의한 외주 형식으로 BIM을 도입해 오다보니 도입 내용이 전체 프로젝트 수행 내용을 지속적으로 지원하기 보다는 일부 문제를 해결하는데 초점이 맞추어져 있어 실무에서는 비관적인 의견 또한 다수 등장해 왔다.

그러나 앞서 살펴본 것과 같이 국내 주요 발주처에서도 현재 BIM을 전사차원에서 적용하기 위한 로드맵을 수립하고 체계적으로 추진하고 있으므로, 앞으로는 토목분야에서도 요식적인 차원에서 수행되기 보다는 성공적인 사업관리 체계의 일환으로서 전생애주기간 적용될 것으로 예상된다. 또한 엔지니어링 정보를 기반으로 한 BIM 응용에 대한 다양한 시도가 이루어지고 있는 만큼 BIM은 국내 토목시설 분야의 생산성 향상에도 실질적인 역할을 수행할 수 있을 것으로 기대한다.

## 참고 문헌

1. 국토교통과학기술진흥원 (2014) 2014년 국토교통기술연구개발사업 시행 공고 및 재공고(공고-제2호 및 재공고-2013년 제11호), 국토교통과학기술진흥원 홈페이지(www.kaia.re.kr).
2. 국토교통부 (2012) 제5차 건설기술진흥기본계획, 국토교

- 통부 홈페이지(www.molit.go.kr).
3. 국토교통부 (2014) 국토교통부 공고 제2014-342호: BIM 기술동향 조사 및 도로분야 도입방안 연구, 국토교통부 홈페이지(www.molit.go.kr).
  4. 원지선 (2013) “토목 BIM 도입 활성화를 위한 첫걸음, 제1회 Infra BIM 협의회”, KIBIM Magazine, 한국BIM학회, Vol. 3, No. 3, pp.73-74.
  5. 조진중, 김용한, 정성원, 최병철, 박원영 (2014) “(댐)건설공사 BIM 도입사례 및 향후 추진 소개”, 한국BIM학회 정기학술대회 논문집, Vol. 4, No. 1, pp. 13-14.
  6. 한국도로공사 (2014) 도공공고 제2014-0529호: Ex-BIM 설계 표준모델 구축 연구 용역, 한국도로공사 전자조달시스템(ebid.ex.co.kr). 